

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
професора кафедри вагонів та вагонного господарства

Національного транспортного університету

Міністерства освіти і науки України

Фоміна Олексія Вікторовича

на дисертаційну роботу **Разінкіна Романа Олександровича**

**«Розробка методики ресурсозберігаючої експлуатації суднових дизелів на
основі системи діагностування моторного мастила»,**

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»

Актуальність теми дисертації, зв'язок з науковими програмами

Морський та внутрішній водний транспорт відіграє стратегічну роль у транспортній інфраструктурі розвинених країн, зокрема України, забезпечуючи масштабні високотоннажні вантажопотоки на міжконтинентальному та міжнародному рівнях.

Головним джерелом механічної енергії на таких суднах є дизельні двигуни, ефективна та надійна робота яких безпосередньо залежить від взаємодії комплексу допоміжних систем: паливної, охолодження, пускового повітря, випуску газів та мащення. Останні, функціонуючи за лубрикаторним або циркуляційним принципом, відповідають за безперебійне подання мастильного матеріалу до критично важливих рухомих вузлів тертя, як-от спряження поршневого кільця з циліндровою втулкою чи вкладишів підшипників із колінчастим валом. При цьому працездатність самої системи мащення визначається первинними характеристиками моторної оливи, які неминуче погіршуються в процесі роботи двигуна.

Оцінка дисперсного стану оливи та фіксація появи в ній сторонніх органічних чи неорганічних домішок дає змогу не лише моніторити деградацію мастильного матеріалу, а й безпосередньо діагностувати поточний технічний

| | |
|--|----------|
| НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ» | |
| КАНЦЕЛЯРІЯ | |
| Вхідний № | 710 |
| Мадійшло | 25.05.26 |

стан елементів циліндро-поршневої групи та підшипників ковзання. Саме тому підтримання бездоганної якості мащення трибосполучень у процесі експлуатації суден є критично важливим, оскільки навіть епізодичне руйнування мастильної плівки провокує різке посилення контактної взаємодії поверхонь, що тягне за собою прискорене зношування, раптові поломки деталей, аварійні зупинки двигуна та катастрофічне скорочення його загального моторесурсу. Це зумовлює потребу у розв'язанні комплексного науково-прикладного завдання із забезпечення "якісного мащення", під яким розуміють досягнення мінімального зносу металевих поверхонь за максимальної тривалості збереження експлуатаційних властивостей самої оливи. Інформативним інструментом для точного визначення цих параметрів є безперервна діагностика стану відпрацьованої оливи, що збирається в підпоршневому просторі двотактних двигунів або стікає в картер чотиритактних агрегатів. Усе це в сукупності доводить високу актуальність наукового дослідження, яке спрямованих на розробку дієвих методів ресурсозберігаючої та безаварійної експлуатації суднових дизельних енергетичних установок.

Важливість розв'язання вказаного актуального завдання зумовлена вимогами та рекомендаціями положень Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердженого операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках (Постанова КМУ від 27.12.2024 р. № 1550). Дослідження, що виконані Разінкіним Р.О., виконувались у рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Дунайського інституту НУОМА «Розробка концепції безпечної експлуатації суднових систем та обладнання» № ДР 0118U007602 (2018–2021 рр.), «Аналіз і розробка методів та підходів до підвищення ефективності управління та експлуатації судновими системами та комплексами» № ДР 0123U101514 (2023–2026 рр.), у яких автор дисертації брав участь, виконуючи окремі розділи.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові результати досліджень, висновків і рекомендації є повністю обґрунтованими і достовірними, оскільки:

- враховують вимоги та рекомендації Міжнародних конвенції та класифікаційних товариств щодо забезпечення експлуатаційних показників роботи суден морського та внутрішнього водного транспорту, а також їхніх енергетичних установок та систем;

- підтверджуються коректністю формулювання мети, головного та допоміжних завдань дослідження;

- базуються на проведену інформаційному пошуку літературних джерел та науково-технічних розробок із розв'язання завдання ресурсозберігаючої експлуатації суднових дизелів;

- вдалим застосуванням математичного апарату за допомогою якого забезпечено збіг експериментальних результатів та результатів статистичного моделювання;

- багаточисленними експериментальними дослідженнями, що виконувались на судах різного призначення та на суднових дизелях різної конструкції.

Основні результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на численних наукових, науково-практичних та науково-технічних конференціях, що проводилися в провідних закладах вищої освіти України, які забезпечують високоякісну підготовку фахівців морського та внутрішнього водного транспорту, а саме: у Національному університеті «Одеська морська академія» (а також у його відокремлених структурних підрозділах – Азовському морському інституті та Дунайському інституті), Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв), Херсонської державної морської академії, Київському інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Національного транспортного університету.

Окремі результати дисертаційного дослідження опубліковані у іноземному науковому періодичному виданні Journal of Marine Science and Engineering, що цитується міжнародною науковою базою Scopus та включено до квартилю Q2.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи Разінкін Р.О. полягає у наступному:

вперше:

- запропоновано якісним критерієм моторного мастила, що характеризує ресурсозберігаючу експлуатацію судових дизелів, визначати градієнт зміни швидкості загального лужного числа моторного мастила;

- запропоновано кількісним критерієм моторного мастила, що характеризує ресурсозберігаючу експлуатацію судових дизелів, визначати швидкість зміни концентрації металевих домішок у моторному мастилі;

- визначені критичні значення градієнту зміни швидкості загального лужного числа моторного мастила та швидкості зміни концентрації металевих домішок у моторному мастилі, запобігання яких забезпечує ресурсозберігаючу експлуатацію дизелів суден морського транспорту;

удосконалено:

- технологію визначення часових рядів під час діагностування експлуатаційних характеристик моторних мастил систем циліндрового та циркуляційного мащення дизелів суден морського транспорту;

- технологію проведення спектрографічних досліджень складових моторного мастила, що характеризують знос контактних поверхонь судових дизелів та забруднення моторного мастила;

отримала подальший розвиток:

- технологія визначення загального лужного числа та концентрації металевих домішок у моторних мастилах, що використовуються в системах циліндрового та циркуляційного мащення дизелів суден морського транспорту.

Висновки, що зроблені за результатами теоретичних досліджень, моделювання та безпосередніх експериментів, що були виконані на морських судах різного дедвейту та призначення, підтверджують розв'язання головного

та допоміжних завдань дослідження, мають теоретичну, аналітичну або практичну доказову базу, однозначні та не викликають сумнівів.

Наукове і практичне значення дисертаційної роботи

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в доведеної тезі, забезпечення ресурсу роботи судових дизелів досягається шляхом діагностування та подальшого управління експлуатаційними характеристиками моторного мастила систем циліндрового та циркуляційного мащення, якими є градієнт швидкості зміни загального лужного числа та швидкість зміни концентрації металевих домішок у моторному мастилі.

Практична цінність результатів роботи полягає у запропонованому:

- моніторингу моторного мастила шляхом визначення градієнту зміни швидкості загального лужного числа моторного мастила та швидкості зміни концентрації металевих домішок у моторному мастилі за допомогою якого забезпечується встановлення необхідної подачі моторного мастила в циліндр дизеля (щодо системи циліндрового мащення) та своєчасне поповнення обсягу моторного мастила (щодо системи циркуляційного мащення); обидві дії сприяють забезпеченню ресурсозберігаючої експлуатації дизелів суден морського транспорту;

- проведенні мобільної спектрографії моторного мастила, що сприяє визначенню складових, які характеризують знос контактних поверхонь та забруднення моторного мастила продуктами згоряння палива; при цьому забезпечується прискорене отримання інформації щодо стану деталей дизеля, а також перебігу робочого циклу в циліндрах; що призводить до своєчасного прийняття рішень відносно забезпечення процесів згоряння, мащення та охолодження;

- технології контролю та процедурі управління термодинамічними процесами мащення та охолодження деталей дизеля під час зміни одного сорта палива на іншій, що сприяє підтриманню ресурсозберігаючої експлуатації

суднових дизелів та виявляється в зменшенні зносу їхніх основних контактних вузлів: циліндрових втулок, поршневих кілець, вкладишів підшипників.

Наведені результати мають практичне значення для проєктних установ та науково-дослідних організацій, що займаються експлуатацією засобів морського та внутрішнього водного транспорту, а також судноплавних компаній, що забезпечують технічний менеджмент морських та річкових суден.

Впровадження результатів дисертаційного дослідження на низки морських суден сприяло підвищенню економічності їхньої експлуатації, а також забезпеченню гарантованого фірмами-виробниками ресурсу роботи суднових дизелів.

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

За темою дисертаційного дослідження здобувачем опубліковано 24 наукові праці, з яких 5 – у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку наукових фахових видань України (категорії Б), у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії; одна – як розділ у колективній монографії у виданні, якому присвоєно індекс ISSN; 2 – в іноземних періодичних наукових виданнях, які відносяться до квартилю Q2 та входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science; 16 – у збірках доповідей Міжнародних наукових та науково-практичних конференцій.

Особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях є підтвердженим.

Рівень та кількість публікацій, рівень апробації відповідають вимогам, що висуваються Міністерством освіти і науки України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Текст рукопису дисертації перевірено за допомогою інтернет-сервісу <https://progaonline.com/antiplagiat> на основі відкритих інтернет-ресурсів. За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату встановлена відсутність порушення академічної доброчесності.

Невідповідності змісту дисертації та автореферату Паспорту спеціальності 05.22.20 у тексті дисертації та автореферату не виявлено.

Структура та зміст дисертації

Дисертація складається з переліку умовних скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатка (в якому надано акти впровадження результатів дослідження). Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 263 сторінки, зокрема: основний текст 165 сторінок з анотацією на 19 сторінках, перелік використаних джерел із 177 найменуваннями на 26 сторінках, додаток на 5 сторінках, 45 рисунків, 29 таблиць.

У вступі доведена актуальність обраної теми та напрямку дослідження, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, визначений особистий внесок здобувача у працях зі співавторами, охарактеризовано апробацію результатів, а також структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ дисертаційної роботи відображає результати інформаційного пошуку науково-прикладних досліджень, які присвячені вивченню можливих шляхів розв'язання завдання ресурсозберігаючої експлуатації дизелів суден морського та внутрішнього водного. Проведений огляд літературних джерел дозволив сформулювати завдання дослідження та визначити шляхи його досягнення.

Другий розділ присвячено визначенню загальної методики дисертаційної роботи. При цьому разом з головним завданням дослідження визначені допоміжні завдання та надані передбачувані результати їх розв'язання; визначено об'єкт та предмет дослідження, а також (з використанням системного підходу) розроблена технологічна карта наукового дослідження.

Третій розділ дисертаційного дослідження присвячено розв'язанню першого та другого допоміжного завдань, якими обрані визначення якісного критерію моторного мастила, що характеризує ресурсозберігаючу експлуатацію судових дизелів, та визначення кількісного критерію моторного мастила, що характеризує ресурсозберігаючу експлуатацію судових дизелів. При цьому

виконано математичне моделювання зміни технічного стану контактних поверхонь дизелів суден морського транспорту під час отримання корисної роботи; виконано аналіз основних дефектів та пошкоджень судових дизелів, що впливають на його ресурсні показники та які пов'язані з експлуатацією його систем мащення; наведені результати експериментальних досліджень з діагностування зміни технічного стану двохтактних дизелів морських суден за аналізом експлуатаційних характеристик моторного мастила, що використовується у їхніх системах циліндрового мащення, а також діагностування зміни технічного стану чотиритактних дизелів морських суден за аналізом експлуатаційних характеристик моторного мастила, що використовується у системах циркуляційного мащення.

Четвертий розділ дисертаційного дослідження присвячено розв'язанню третього допоміжного завдання, яким обрано аналіз зміни ресурсозберігаючих показників судових дизелів за різних умов їхньої експлуатації. Для розв'язання цього завдання автором виконано аналіз зміни технічного стану моторного мастила під час його експлуатації у системах мащення судових дизелів; виконані експериментальні дослідження з визначення зміни технічного стану моторного мастила та ресурсних показників судових дизелів за різних термодинамічних умовах їхньої експлуатації, а також під час використання нафтового палива різного складу та з різними експлуатаційними характеристиками.

П'ятий розділ дисертаційного дослідження присвячено розв'язанню головного завдання, яким є вдосконаленні методики ресурсозберігаючої експлуатації судових дизелів на основі системи діагностування моторного мастила. В цьому розділі здобувачем розглянути питання щодо використання імітаційного статистичного аналізу даних під час діагностування технічного стану суден морського транспорту, прогнозування залишкового ресурсу експлуатації судових дизелів за моніторингом часових рядів значень контрольованих параметрів, а також надані результати експериментів з управління експлуатаційними характеристиками моторних мастил систем

мащення суднових дизелів та забезпечення ресурсозберігаючої експлуатації суднових дизелів шляхом діагностики та управління експлуатаційними характеристиками моторного мастила.

У висновках наведено основні результати дисертаційного дослідження, що отримані автором.

Список використаних джерел містить 235 найменування, з них майже всі з активним ідентифікатором doi.

У додатку подано копії актів впровадження результатів дисертаційного дослідження на судах морського транспорту та в освітньому процесі Національного університету «Одеська морська академія».

Відповідність автореферату основним положення дисертації

Автореферат обсягом 24 друкованих сторінок якісно оформлений. Зміст автореферату повністю розкриває зміст основних наукових положень представленої дисертаційної роботи.

Дисертація і автореферат викладені логічно, послідовно, грамотно, методично коректно, оформлені згідно з вимогами Міністерством освіти і науки України.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності

Дисертаційна робота Разінкіна Романа Олександровича відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» за наступними пунктами:

системні властивості засобів транспорту в умовах експлуатації: надійність, безвідмовність, довговічність ... і методи їх оптимізації;

розроблення ресурсозберігальних ... технологій експлуатації засобів транспорту;

створення наукових основ і методів розрахунку параметрів і управління ресурсом, надійністю та технічним станом засобів транспорту;

дослідження ... надійності засобів транспорту;

дослідження впливу експлуатаційних чинників на показники роботи засобів транспорту, розроблення методів підвищення економічності витрачання мастил в умовах експлуатації.

Зауваження щодо дисертації та автореферату

1. В підрозділі 1.3. «Аналіз способів та технологій, що забезпечують ресурсозберігаючу експлуатацію суднових дизелів» авторам розглянути основні технології, що сприяють підвищенню їхньої експлуатаційної надійності. При цьому не виконано порівняльний аналіз економічності впровадження цих технологій та доцільності їхнього використання на морських судах та дизелях, на яких у подальшому виконувались експериментальні дослідження.

2. В підрозділі 1.5. «Аналіз основних причин, що впливають на зміну ресурсу технічної експлуатації дизелів суден морського транспорту» автором розглянуто вплив змінної геометрії контактних поверхонь суднових дизелів на їхню експлуатаційну надійність. При цьому не розглянутий вплив на ці явища поступової зміни у бік погіршення дисперсності моторного мастила, а також стратифікації його в'язкості та густини.

3. В підрозділі 2.3. «Організація та проведення експериментальних досліджень» не наведені характеристики обладнання за допомогою яких виконувались дослідження, а також не вказана можливість імплементації отриманих результатів досліджень на інші судна та інші судові дизелі крім зазначених.

4. В підрозділі 3.1. «Математичне моделювання зміни технічного стану контактних поверхонь дизелів суден морського транспорту під час отримання корисної роботи» розглянути основні положення адгезійно-деформаційної теорії контактних взаємодій. Саме ця теорія найбільш повно відображає

процеси та явища, що досліджені у дисертації. Саме через це аналітичний огляд інших теорій, які також розглянути автором у цьому підрозділі, є зайвим.

5. В підрозділі 4.2. «Зміна технічного стану моторного мастила та ресурсних показників суднових дизелів за різних термодинамічних умовах їхньої експлуатації» автором виконані дослідження щодо впливу режимів охолодження на технічний стан основних контактних поверхонь дизеля та експлуатаційні показники моторного мастила. Суттєву дію на ці показники створюють також температурні навантаження усередині циліндру дизеля. Ці явища характерні під час переведення дизелів з одного сорту палива на інше, у випадках використання палив з різною теплотворною здатністю, а також рідких палив біологічного походження, які відрізняються від палив нафтового походження більшим відсотковим вмістом водню та кисню. Ці умови можливі для сучасних дизелів, але не розглянути у дисертації.

6. В підрозділі 5.2. «Прогнозування залишкового ресурсу експлуатації суднових дизелів за моніторингом часових рядів значень контрольованих параметрів» автором наведена послідовність згладжування експериментальних результатів та обрані відповідні проміжки часу, що відповідають цієї процедурі. При цьому не обґрунтовано, чому саме були визначені запропоновані часові ряди. В умовах експлуатації сучасних суден морського транспорту виникають випадки стрибкоподібної зміни навантаження як на головні двигуни, також і на допоміжні, при цьому діапазон цих навантажень може змінюватися від мінімально стійких до максимально можливих за часовий проміжок, що менший за той, що обраний здобувачем під час проведення експериментів та обробки їхніх результатів.

7. Підрозділ 5.5. «Мобільне діагностування моторного мастила систем мащення суднових дизелів як метод забезпечення їх ресурсозберігаючої експлуатації» присвячено сучасному способу визначення технічного стану основних контактних вузлів дизеля та його ресурсу. При цьому використання подібних способів та особливо виконання управляючих дій на основі його результатів повинне обов'язкове схвалюватися з класифікаційними

організаціями, що здійснюють контроль за судном та його енергетичною установкою. Цим питанням не приділено належної уваги у дисертаційному дослідженні.

Одночасно з цим зауваження, що зазначені вище, мають переважно рекомендований та уточнюючий характер та не впливають на загальний високій рівень дисертаційного дослідження.

Загальні висновки

Представлена дисертаційна робота Разінкіна Романа Олександровича «Розробка методики ресурсозберігаючої експлуатації судових дизелів на основі системи діагностування моторного мастила» є цілісним та завершеним науковим дослідженням, що присвячена розв'язанню актуальної науково-прикладного завдання – забезпечення ресурсозберігаючої експлуатації дизелів суден морського транспорту.

Дослідження містить нові науково-обґрунтовані результати; не захищені раніше наукове положення та висновки, які мають суттєве значення щодо вдосконалення процесів експлуатації засобів морського транспорту.

Дисертація виконана на достатньо високому рівні.

Основні результати дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Результати, що досягнути під час розв'язання завдань, визначених у дисертації, рекомендуються до використання у науково-дослідних організаціях та технічних підрозділах судноплавних компаній що займаються теоретичними та практичними питаннями експлуатації морських засобів транспорту, а також у державних та приватних організаціях, що виконують обслуговування, експлуатацію та ремонт засобів морського транспорту.

Вважаю, що дисертаційна робота та автореферат відповідають вимогам Наказу МОН України від 13.12.2021 р. № 1359 «Про затвердження Положення про спеціалізовану вчену раду...», вимогам Постанови Кабінету Міністрів

України від 19 травня 2023 р. № 502 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів» та вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» № 567 від 24 липня 2013 року, який регламентує порядок присудження ступеня кандидата наук для здобувачів, підготовка яких розпочалась до 1 вересня 2016 року, відповідно до підпункту 7 пункту 2 розділу XV «Прикінцеві та перехідні положення» Закону України «Про вищу освіту»; її автор, Разінкін Роман Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри вагонів та

вагонного господарства

Національного транспортного університету

Міністерства освіти і науки України

Олексій ФОМІН

